

# МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

И.К. Ступин, Е. Юлаев, И.А. Ботыгин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: stupin.il@yandex.ru

## METANEURISTIC OPTIMIZATION METHODS

I.K. Stupin, E. Yulaev, I.A. Botygin

Tomsk Polytechnic University

**Annotation.** A comparative study of optimization algorithms based on bee colony methods and scattered search is presented. The Himmelblau function is used as a target function. The developed optimization algorithms were implemented using the C# programming language.

Теория оптимизации как наука сформировалась в середине 60-х годов прошлого столетия [1]. Несмотря на это в последнее время появилось множество эвристических алгоритмов, показатели которых сравнимы с «классическими» методами оптимизациями (МО), а иногда и превосходят их [2]. Эвристические методы построены на рассудительности и логике, иногда интуитивности, но полученный результат достигает поставленные цели. В настоящей работе приведены результаты исследования алгоритмов оптимизации на базе метода разбросанного поиска и метод пчелиных колоний [3, 4]. В качестве целевой функции используется функция Химмельблау:

$$f(x, y) = (x^2 + y - 11)^2 + (x + y^2 - 7)^2$$

Функция имеет четыре равнозначных минимума:  $f^*(3, 2) = 0$ ;  $f^*(-2.8051.., 3.1313..) = 0$ ;  $f^*(-3.7793.., -3.2831) = 0$ ;  $f^*(3.5844.., -1.8484..) = 0$ .

Графическая иллюстрация функции Химмельблау построена с помощью разработанного на языке C# программного обеспечения и приведена на рис. 1.

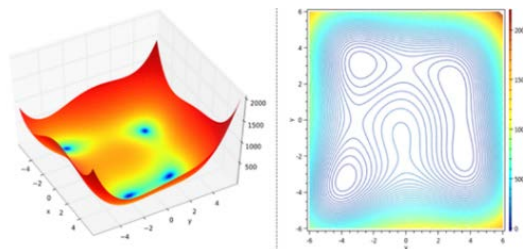


Рис. 1. Демонстрация вида целевой функции и линий уровня

Промежуточные результаты работы алгоритмов по методам пчелиных колоний и разбросанного поиска представлены на рис.2.

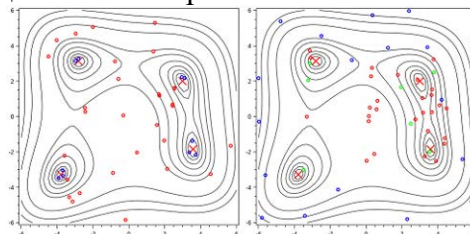


Рис. 2. Промежуточные результаты работы алгоритмов: слева) метод пчелиных колоний; справа) метод разбросанного поиска

Ниже представлена сводная таблица результата экспериментального исследования метода пчелиных колоний и метода разбросанного поиска. Столбцы  $x$ ,  $y$ ,  $f(x, y)$  характеризуют найденный глобальный экстремум. Количество точек в методе пчелиных колоний установлено равным 50, а количество итераций – 30. Количество точек в методе

разбросанного поиска варьировалась от 157660 до 175626, а количество итераций – от 69 до 75.

Таблица 1– Результаты работы алгоритмов

Имя метода	Полученные значения			Количество о точек	Количество о итераций
	$x$	$y$	$f(x, y)$		
Метод пчелиных колоний	3,002802	1,995160	0,000737	50	30
	3,002130	1,996375	0,000210	50	30
	3,580356	-1,848560	0,000675	50	30
Метод разбросанного поиска	2,999727	1,998079	0,000071	175626	75
	3,580356	1,848184	0,000014	170218	74
	2,991343	2,001283	0,002479	157660	69

Исследования показали, что при рассмотрении целевой функции Химмельблау лучшие результаты показал алгоритм оптимизации на базе метода разбросанного поиска.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мицель А.А., Шелестов А.А., Романенко В.В., Мицель А.А. Методы оптимизации: учебное пособие. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2017. – 198 с.
2. Пантелеев А.В., Метлицкая Д.В., Алешина Е.А. Пантелеев А.В. Методы глобальной оптимизации. Метаэвристические стратегии и алгоритмы. – М.: Вузовская книга, 2013. – 244 с.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОЛИ «СКРЫТОЙ» МОНООТРАСЛИ НА ПРИМЕРЕ МОНОГОРОДОВ В СОПОСТАВЛЕНИИ С ПРЕДПРИЯТИЯМИ- ФЛАГМАНАМИ

И.С. Антонова, Е.А. Малеева, С.Н. Попова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: antonova\_is@mail.ru

### THE MODEL OF “SHADING” CORE INDUSTRY IN COMPANY TOWNS IN COMPARISON TO THE FLAGSHIP ENTERPRISES

I.S. Antonova, E.A. Maleeva, S.N. Popova

National Research Tomsk Polytechnic University

**Annotation.** The article describes the possibility of restoring zero values of the share of the single-industry sector indicator in terms of revenue, fixed assets and salary for the single-industry town Taiga from 2013 to 2017, using the machine-learning model. Using the obtained indicator the share of the single-industry sector was determined that the flagship enterprise of the Taiginsky district would be included in the sample of flagship enterprises of Tomsk, Kemerovo and Chelyabinsk regions.

### Введение.

Ограниченное количество данных крайне ограничивает исследование экономического и пространственного развития моногородов [1]. Расчет показателей концентрации и диверсификации повышает качество данных о моногородах, но рассчитать данные показатели для моногородов, градообразующим предприятием которых является филиал другого предприятия, расположенного вне муниципального образования, невозможно. В данной работе примером такого моногорода являлся Тайгинский городской округ (Тайгинский ГО), градообразующее предприятия которого является комплекс структурных подразделений ОАО «Российские железные дороги». Целью работы являлось построение регрессионной модели, применяя методы